

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 58-070540

(43)Date of publication of application : 27.04.1983

(51)Int.Cl.

H01L 21/66
G02B 7/11
H01L 21/68
// G03B 3/00

(21)Application number : 56-168619

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 23.10.1981

(72)Inventor : OSHIMA YOSHIMASA
AKIYAMA NOBUYUKI
HARA YASUHIKO
FUSHIMI SATOSHI
OSHIDA YOSHISADA

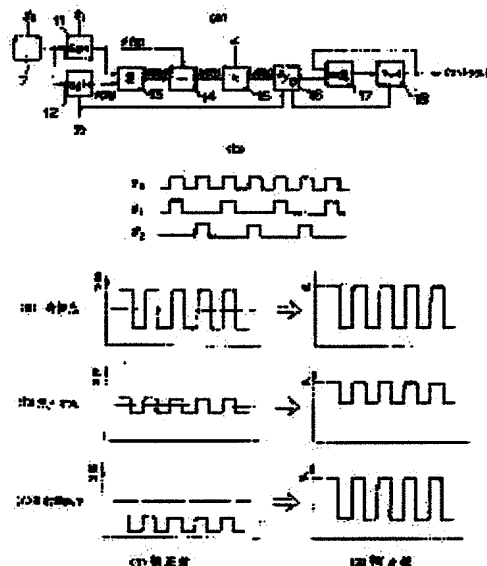
(54) FOCAL POSITION DETECTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To detect focal position with high accuracy and stability for the detection of the focal position from a contrast of a reflected light obtained by projecting bright and dark light pattern onto a substance to be measured, by correcting a difference between bright and dark by the bright light pattern level.

CONSTITUTION: An array-like detector 7 is scanned by a pulse $\psi 0$ to output one after another. A signal level f ($\psi 1$) in the bright and a signal level f ($\psi 2$) in the dark are sampled 11, 12 by the timing of a pulse $\psi 1$ for the former and the timing of a pulse $\psi 2$ for the latter, and are subjected to subtraction 13. The difference is divided 14 by $f(\psi 1)$ and multiplied 15 by a fixed value α to calculate the difference $i(\psi 2)$ of the signals between bright and dark is calculated so that the bright signal level is constant α . The signal $i(\psi 2)$ which is the difference corrected is converted 16 into a digital value, added 17 and latched 18 to obtain a contrast signal of the entire number (m) of elements of the detector 7. An

influence from a change of a reflectance is avoided by filtering the detector and the projected pattern. Further, two projected pattern are provided on the vertical surfaces arranged before and behind the focal point, and the boundary of the projected patterns is disposed in the center to effect comparison. Thereby, the focally deflecting direction can be made known with a high accuracy from the value of the peak valve.



⑨ 日本国特許庁 (JP)
⑩ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開
昭58—70540

⑫ Int. Cl. ³	識別記号	庁内整理番号	⑬ 公開 昭和58年(1983)4月27日
H 01 L 21/66		6851—5F	発明の数 1
G 02 B 7/11		6418—2H	審査請求 未請求
H 01 L 21/68		6679—5F	
// G 03 B 3/00		6418—2H	

(全 7 頁)

⑭ 焦点位置検出装置

⑯ 特 願 昭56—168619
⑰ 出 願 昭56(1981)10月23日
⑱ 発 明 者 大島良正
横浜市戸塚区吉田町292番地株
式会社日立製作所生産技術研究
所内
⑲ 発 明 者 秋山伸幸
横浜市戸塚区吉田町292番地株
式会社日立製作所生産技術研究
所内
⑳ 発 明 者 原靖彦

横浜市戸塚区吉田町292番地株
式会社日立製作所生産技術研究
所内
㉑ 発 明 者 伏見智
横浜市戸塚区吉田町292番地株
式会社日立製作所生産技術研究
所内
㉒ 出 願 人 株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内1丁目5
番1号
㉓ 代 理 人 弁理士 秋本正実

最終頁に続く

明 細 書

発明の名称 焦点位置検出装置

特許請求の範囲

1. 明部と暗部とが周期的に組合わされた光パターンを半透鏡、レンズを介して被測定物体に投影結像せしめる第1の光学系と、前記被測定物体からの反射光パターンを前記レンズ、半透鏡を介して複数の光電素子よりなるアレイ状検知器に結像せしめる第2光学系と、アレイ状検知器により光電変換した出力信号から光パターンに対応した1線素毎の明暗パルスを得、該明、暗パルスの信号差により前記被測定物体の焦点位置を検出するコントラスト検出回路とを備えて成る焦点位置検出装置であつて、前記コントラスト検出回路は、前記アレイ状検出器の出力のうち明部の信号レベルをホールドする第1のホールド回路と、明部に続く暗部の信号レベルをサンプルホールドする第2のサンプルホールド回路と、該第1、第2のサンプルホールド回路の出力差を算出する引算回路と、該出力差を明部の信号レベルで割算し、その

結果に一定値を掛け、明部の信号レベルが一定になるように明部、暗部の信号レベル差を算出する割、乗算回路と、該割、乗算回路出力を得、補正された差分信号をデジタル信号に変換し、アレイ素子数全体のコントラスト信号を求めるA/D変換器、加算器、ラッチ回路とから成ることを特徴とする焦点位置検出装置。

2. 前記、アレイ状検知器は、マトリクス状の平面構造であつて、かつ、該アレイ状検知器と光パターンとを被測定物体表面上のパターンに対して一定角度傾けて配置してあることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の焦点位置検出装置。

3. 前記、光パターンは、第1光学系の光軸近くの異なる面上に2個配置し、単一アレイ状検出器により反射光を検出して焦点ずれ方向を判別するようにしたことを特徴とする特許請求の範囲第1項または第2項に記載の焦点位置検出装置。

発明の詳細な説明

本装置はLSIウエハなどパターンが形成された面上で自動的に焦点合せを行なう装置に関するも

のである。

高集積LSI、バブルメモリ、撮像管面板等の外観検査を行なう場合、これらは $2 \sim 3 \mu\text{m}$ の微細パターンを有するため高倍率の顕微鏡が使用される。高倍率の顕微鏡の焦点深度は $1 \mu\text{m}$ 以下であり、外観検査を自動で行なう場合には精密な自動焦点合せ機構が要求される。

このための焦点位置検出装置として、従来は、鋭い先端を有する触針による接触型の装置、細いノズル先端から噴出する空気の流れ抵抗からノズル端と物体表面の間隙を求める装置、静電容量から間隙を求める非接触型の装置等があつた。接触型の装置では触針により試料に傷を付ける虞れがあつた。間隙を求める装置、非接触型の装置は、顕微鏡の対物レンズの他にノズルやピックアップが必要なためスペースがないときには使用不可能である。

以上の諸欠点を解消するため本発明者等により第1図に示す構成により検出する方法が提案されている。この方法は、第2図に示す如きの一定の

を介して光軸上に設置されたアレイ状検知器7上に結像し、そのアレイ状検知器7を構成する光電素子により撮像される。ここで、光パターン3の周期とアレイ状検知器7の光電素子(アレイ素子)の開口(大きさ)の周期とは一定の関係を有している。即ち、アレイ素子開口の周期Pに対し、パターンの周期は2Pである。然も、パターンの暗部及び明部の中心はアレイ素子開口の中心と一致している。

アレイ状検知器7からの出力信号は、シリアルに走査することにより取り出され、コントラスト検出回路8により処理される。アレイ状検知器7の出力は、光パターン3の周期とアレイ素子の周期の関係により、第3図に示すように1線素毎に明、暗がパルス的に繰り返す。

試料6が合焦点位置にあるとき、アレイ状検知器7の出力は第3図(a)のように明、暗の差(コントラスト)が大きい。焦点位置からずれると、光パターンの投影像がぼけるため、同図(b)のようにコントラストが低下する。コントラスト検出回

特開昭58-70540(2)
周期を有する光パターンを試料面上に投影し、投影像のボケ具合により焦点合せを行なうものである。

第1図において、光源1より放出された白色光は照明用のレンズ2を通過して第2図に示す如く構成された光パターン部3に到達する。光パターン部3は、上記白色光の通過方向に対して垂直な平面上に配置され、部分的に光を遮断する遮へい部と光をそのまま通過させる通過部とより成る。この遮へい部と通過部との組合せによつて明部と暗部とより成る光パターンが形成されている。その一例を示したのが第2図であるが、第2図で斜線部は光遮へい部10、非斜線部が光通過部9を示している。光通過部9と光遮へい部10の幅をPとすると2P周期の明暗パターンが得られる。

以上の構成の光パターンを有する光パターン部3を通過した白色光は、半透鏡4で反射され、レンズ5に至り、光パターンが試料6の表面に投影される。次いで、そのパターン光は試料6の光学的性格に応じた反射光となりレンズ5、半透鏡4

路8では、明、暗の差を求め、それが最大となるように試料6を上下させて焦点合せを行なっている。

この方法では

(1) 試料がLSIウエハ等のように反射率に変化があり、かつ試料を移動させながら焦点合せを行なう場合、反射率の高い箇所では焦点位置検出を行なうと、アレイ状検知器7の出力は第3図(a)のように明、暗の差が大きい。

一方、反射率の低い箇所ではアレイ状検知器7の出力は同図(c)のようにレベルが下がって明、暗の差が小さくなり、反射率の高い箇所では焦点がずれている場合(同図(b))との区別がつかない。

(2) 試料上に反射率の高いパターンが周期的に形成されており、かつその周期が光パターンの周期に近づいてくると、アレイ状検知器7の出力は、明、暗のレベルが反転することがあり、正確な焦点位置検出が出来ない。

(3) 焦点位置検出を行なつても、それが合焦点

位置なのか焦点ずれの位置なのか判別不可能である。そのため試料6を常時上下させて、明暗の差の変化を見る必要があるが試料が振動する虞れがあり、試料の表面検査が高精度にできない。

というような問題点がある。

本発明の目的は、上記した従来技術の欠点をなくし、試料表面の状態に影響されない高精度な焦点位置検出装置を提供するにある。

本発明は、第1図の構成に基づいて焦点位置検出を行なうものであるが、第3図に示した検出波形で、明部の信号レベルを一定にするように、次の暗部の信号レベルを補正して試料表面の反射率の変化の影響を除去するものである。マトリクス状平面構造のアレイ状検知器を用い、かつ、試料表面上に形成されているパターンに対して、アレイ状検知器を投影光パターンとを一定角度傾けることにより、反射率の変化するパターンの影響を除去する。さらに、投影光パターンを光軸垂直平面に、焦点位置の前後に2枚配置し、単一のアレ

ルス φ_1 のタイミングで明部の信号レベル $f(\varphi_1)$ をホールドし、第2のサンプルアンドホールド回路12は第4図(b)に示すクロックパルス φ_2 のタイミングで次の暗部の信号レベル $f(\varphi_2)$ をホールドする。引算回路13では両者の差をとり、

$$g(\varphi_2) = f(\varphi_1) - f(\varphi_2)$$

を算出する。割算回路14では差分信号 $g(\varphi_2)$ を明部の信号レベル $f(\varphi_1)$ で割算し、

$$h(\varphi_2) = g(\varphi_2) / f(\varphi_1) = 1 - f(\varphi_2) / f(\varphi_1)$$

を算出する。掛算回路15ではその結果に一定値 α を掛け、明部の信号レベルが一定 α になるように、明部、暗部の信号レベル差

$$l(\varphi_2) = \alpha \cdot h(\varphi_2) = \alpha - \alpha \cdot f(\varphi_2) / f(\varphi_1)$$

を算出する。AD変換器16、デジタル加算器17、ラッチ18では、アレイ状検知器7の素子数 m 全体のコンテストを算出する。AD変換器16は補正された差分信号 $l(\varphi_2)$ をデジタル信号 $l'(\varphi_2)$ に変換し、デジタル加算器17とラッチ18を用いてアレイ素子数全体のコントラスト信号

$$\sum_{n=1}^m l'(\varphi_2)$$

特開昭58-70540(3)

イ状検知器で検出して、前半分の検出信号と後半分の検出信号を比較することにより焦点のずれ方向を判別するものである。

以下、第4図～第9図に従って本発明を詳述する。

第4図(a)は反射率の影響を除去するための一実施例である。第1図の構成例におけるアレイ状検知器7の出力信号における、明部、暗部のレベル差を、明部のレベルで割算することにより、そのアレイ状検知器の出力信号を補正している。第5図に出力信号の補正例を示す。明部の信号レベルが一定 α になるように出力信号を処理する。これにより、第5図(a)に示すように反射率が変化しても、反射率が高い場合と同等なコントラストを得ることが可能となり、焦点ずれの場合(第5図(b))と判別が可能となる。

第4図(a)において、アレイ状検知器7は第4図(b)に示すクロックパルス (φ_0) により走査され、シリアルに信号が出力される。第1のサンプルアンドホールド回路11は第4図(b)に示すクロックパ

を求める。これにより試料面上に反射率の変化があつても、第5図に示したように、安定なコントラスト波形が得られる。

また、LSIウエハ等のように、試料面上に反射率の異なるパターンが、投影された光パターンと同程度のピッチで繰返し存在する場合には、第6図に示すように、アレイ状検知器7をマトリクス状平面構造とし、かつ、試料パターンと一定角度傾むけて配置することにより解決できる。第6図において9、10は投影光パターンであり、斜線部10は暗部である。19、20は試料パターンであり、19が反射率の低い部分、20が反射率の高い部分である。アレイ状検知器7はアレイ素子7aをX-Yにマトリクス状に配置する。そして、光パターンと平行方向をY、直角方向をXとする。アレイ状検知器7の出力はY方向をパラレルに、X方向をシリアルに走査することによつて取出される。

今、Y方向のアレイ素子数を l 個とすると、1回の走査で l 個の検出信号が同時に得られる。第6図では $l=10$ とし、取り出される信号は $S_1, S_2,$

…、 S_{10} としている。アレイ状検知器出力($S_1 \sim S_{10}$)を加算し $\left(\sum_{i=1}^{10} S_i\right)$ 、第4図に示したコントラスト算出回路で処理することにより、コントラストが求められる。第6図に示すように光パターンとアレイ状検知器を試料パターンに対して傾けることにより低反射率パターン19と高反射率パターン20とがY方向では同時に検出して加算するため、検出光量が平均化され、安定な検出が可能となる。傾き角度は対象とする試料により決定されるが、例えばメモリ用LSIでは直行パターンが大部分を占めるので45度近辺が妥当である。また試料移動はX-Y走査することが多いので、光パターン3とアレイ状検知器7とを試料6に対して傾けた方が試料移動が容易である。

また、第7図に示すように、光パターン(3a, 3b)を焦点位置の前後に、照明光学系光軸と直交平面上に、互いに交差することなく、かつ投影パターンが連続するように配置することにより、焦点ずれ方向の判別容易で高精度なものとなる。

分信号数は $m/4$ である。従つてカウンタ21が、クロックパルス ϕ_2 を $m/4$ 個計数したときラッチ18の内容をメモリ22に移し、同時にラッチ18の内容をクリアする。また $m/2$ 個計数したときラッチ18の内容をメモリ23に移す。これによりメモリ22には前半分のコントラスト

$$\left\{ \sum_{\phi_2=1}^{m/4} I'(\phi_2) \right\}$$

が、メモリ23には後半分のコントラスト

$$\left\{ \sum_{\phi_2=m/4+1}^{m/2} I'(\phi_2) \right\}$$

がメモリされる。そして、比較回路24で両メモリ内容を比較すれば、試料を移動させる方向がわかり、両者が等しくなるまで移動させることにより自動焦点が可能となる。

例えば、本装置を前述の如くLSIウエハの外観検査に用いる場合、パターン光が試料面上に投影されるため、検査の邪魔になるが、焦点位置検出のためのパターン光をウエハの検査範囲外に投影

特開昭58-70540(4)

すなわち、第7図に示すように、アレイ状検知器7を光パターン3aと3bの境界が中央になるように配置すると、アレイ状検知器7の出力としては、第8図に示すように得られ、前半分aと後半分bのコントラストを比較することにより、その波高値から焦点ずれ方向を高精度に判別できる。

第9図は上記した焦点ずれ方向を判別するための回路例である。第4図と同様に補正した明・暗信号レベル差($I(\phi_2)$)を求め、前半分のコントラストと後半分のコントラストを求め、両者を比較して試料の移動方向を決定する。

第9図において、デジタル加算器17とラッチ18を用い、AD変換器16でデジタルに変換された差分信号 $I'(\phi_2)$ を加算し、その内容をメモリ22, 23に記憶する。カウンタ21はクロックパルス(ϕ_2)を計数し、前半分の加算が終了したとき及び後半分の加算が終了したときにラッチ18の内容をメモリ22, 23に記憶させ、同時にラッチ18をクリアする。アレイ状検知器7のX方向の素子数を m とすると、全体の差分信号数は $m/2$ であり、半分の差

することにより、解決できる。または、検査は可視光で行ない、本発明の焦点位置検出には赤外光を用いて、波長分離することによつても解決できる。

上述の実施例からも明らかなように本発明によれば、明部、暗部より成る光パターンを被測定物体上に投影し、得た反射光のコントラストにより焦点位置を検出する際、明部の光パターンレベルで、明、暗光パターンの差を補正することによつて被測定物体の状態に影響されない高精度で安定な焦点位置検出が達成できる。

図面の簡単な説明

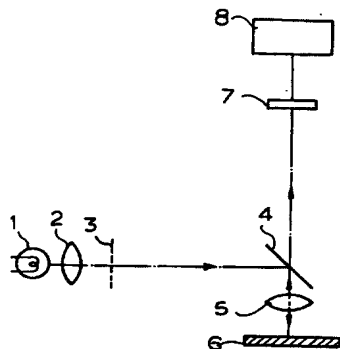
第1図は本発明の対象となる焦点位置検出装置の概略構成図、第2図は第1図の光パターン部の構成図、第3図(a)~(c)は第1図における検出パルス波形図、第4図(a)は本発明の一実施例を示す回路ブロック図、第4図(b)はその動作説明をするタイムチャート、第5図(a)~(c)は第4図(a)の回路における特性図、第6図はアレイ状検知器の構成を示す図、第7図は本発明により光パターンを2個

設置した場合の焦点位置検出装置の概略構成図、
第8図は第7図の装置における特性図、第9図は
第7図の装置における焦点位置ずれの方向を判別
するための回路ブロック図である。

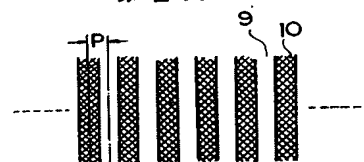
1…光源、2, 5…レンズ、3, 3a, 3b…光
パターン、4…半透鏡、6…試料(被測定物体)、
7…アレイ状検知器、8…コントラスト検出回路、
9…光通過部、10…光遮へい部、11, 12…サンプ
ルアンドホールド回路、13…引算回路、14…割算
回路、15…掛算回路、16…A/D変換器、17…加算
器、18…ラッチ回路、19…低反射率パターン、20
…高反射率パターン、21…カウンタ、22, 23…メ
モリ、24…比較回路、25…OR回路。

代理人弁理士 秋 本 正 実

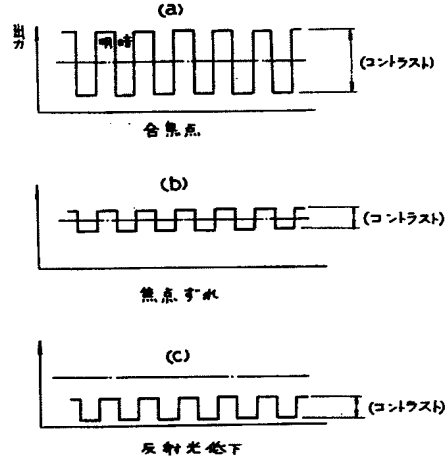
第1図



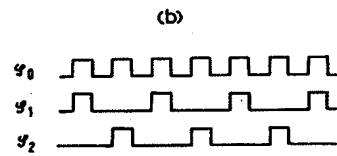
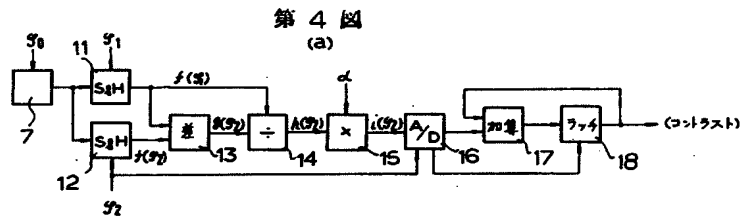
第2図



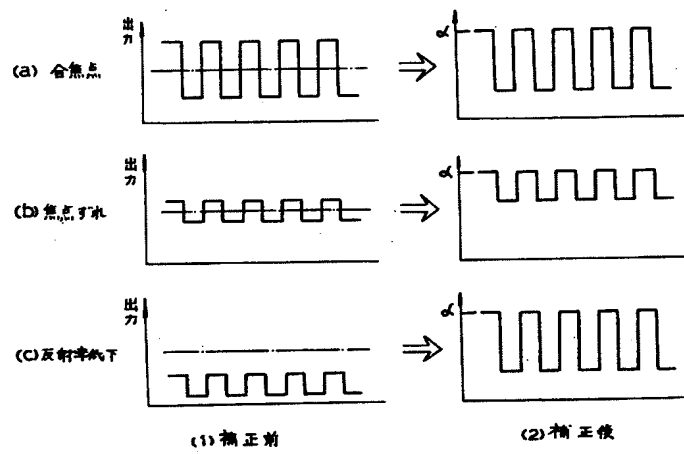
第3図



特開昭58-70540(6)

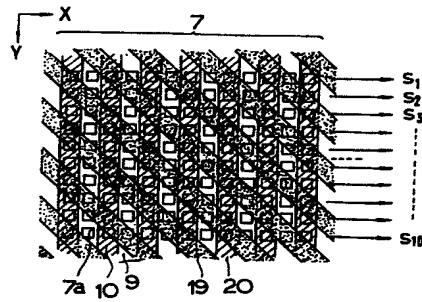


第5図

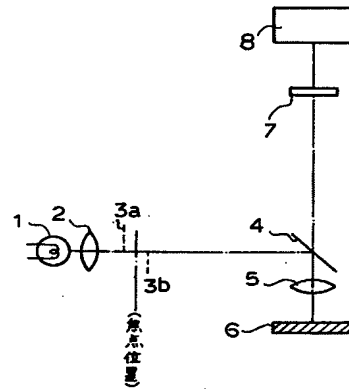


特開昭58-70540(7)

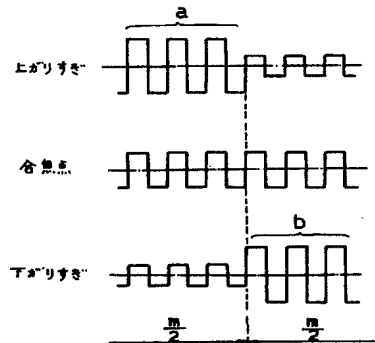
第6図



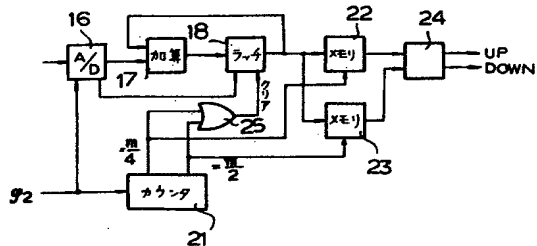
第7図



第8図



第9図



第1頁の続き

②発明者 押田良忠

横浜市戸塚区吉田町292番地株
式会社日立製作所生産技術研究
所内